

Filip ČMIEL¹, Radek FABIAN²

**VYLEPŠENÍ TEPELNĚ TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ OBVODOVÝCH KONSTRUKCÍ
VÝCHOVNÉHO ÚSTAVU VE FRÝDKU - MÍSTKU**

**THE IMPROVEMENT OF THERMAL PROPERTIES OF CLADDING OF THE EDUCATIONAL
INSTITUTION IN FRÝDEK MÍSTEK**

Abstrakt

Termovizní kameru lze využít k posuzování obvodových plášťů budov. Tepelné mosty a jejich závažnost mohou být odhaleny právě termokamerou. Využili jsme tato měření pro porovnání detailu styku obvodového pláště a sloupu ze struskopemzobetonu původního objektu a po jeho zateplení.

Klíčová slova

Termovizní kamera, posuzování obvodových plášťů, tepelné mosty, tepelná izolace, obvodová konstrukce, výchovný ústav.

Abstract

Thermocamera can be used for the assessment of building envelope. Thermal bridges and their seriousness can be detected by thermocamera. We used these measurements to compare the detail of the contact building envelope with the column, which is made from slagpumiceconcrete in the original building and the same detail in the same building after thermal insulation.

Keywords

Thermocamera, assessment of building envelope, thermal bridges, thermal insulation, cladding, educational institution.

1 ÚVOD

Se stoupajícími cenami energií roste i důležitost konstrukčních opatření pro snížení nákladů na vytápění. Nároky uživatelů na bydlení se zvyšují, na což reagují i normy, které zpřísňují požadavky na tepelnou ochranu konstrukcí budov.

Termovizní měření lze považovat za moderní nedestruktivní způsob kontroly obvodových plášťů a detekce případných slabých míst - tepelných mostů. V dnešní době se stává termovizní měření standardem a v našem případě nám posloužilo ke zhodnocení a porovnání efektivnosti provedených konstrukčních opatření u výchovného ústavu ve Frýdku – Místku.

¹ Ing. Filip Čmiel, Katedra pozemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební (FAST), Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 337, e-mail: filip.cmiel@vsb.cz.

² Ing. Radek Fabian, Katedra pozemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební (FAST), Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 321 913, e-mail: radek.fabian@vsb.cz.



Obr. 1: Posuzovaný objekt před a po realizaci

2 POPIS OBJEKTU

Posuzovaný objekt výchovného ústavu se nachází ve Frýdku – Místku. Jedná se o montovaný skelet, který je tvořen typizací ZDŠ+MŠ. Tento konstrukční systém z roku 1964 se označoval jako 3,5° technologie.



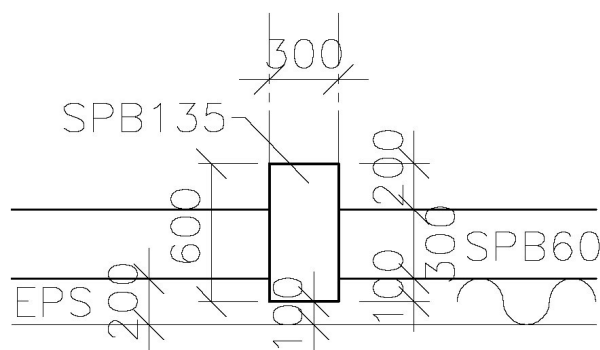
Obr. 2: Posuzovaný detail objektu ze strany interiéru a exteriéru před zateplením

Při modelování a měření jsme se zaměřili na detail styku obvodového pláště a sloupu. Svislé obvodové pilíře o rozměrech 300x600 mm jsou ze struskopemzobetonu SPB135 a parapetní pásy tl. 300 mm ze struskopemzobetonu SPB60. Vzhledem k účelu ubytování byla snížena plocha oken v celé budově. Dozdivky parapetů a svislých částí obvodového pláště byly provedeny z tvárnic IFT tl. 300 mm. Pilíře jsou před tyto původní parapetní pásy a dozdivky přesazeny o 100 mm, ale dle požadavku investora musel být obvodový plášť po kontaktním zateplení bez vyčnívajících konstrukcí (obr. 3).

Od úrovně hrubé podlahy 1.NP byla na stávající parapety a novou dozdivku kolem nových oken použita kontaktní izolace z expandovaného polystyrénu tl. 200mm. Pro srovnání celé fasády do jedné roviny byl na sloupy a obvodová ztužidla použitý polystyrén tl. 100mm.

3 TEPELNĚ TECHNICKÉ POROVNÁNÍ MODELŮ

Pro lepší porovnatelnost a představu o tepelně technických parametrech u tohoto detailu byly provedeny modelace v softwaru AREA 2009 (viz tab. 1). Modelace prokázaly závažné nedostatky tohoto detailu v původním provedení.

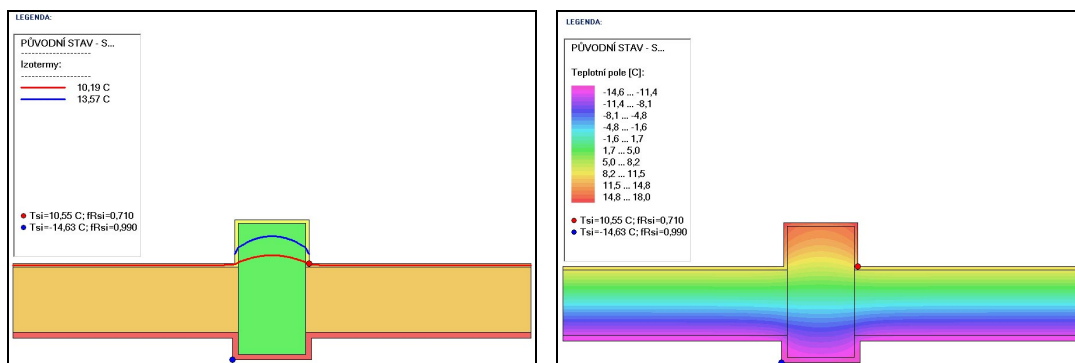


Obr. 3: Řešený detail vodorovného řezu zatepleného sloupu a parapetu ze struskopemzobetonu

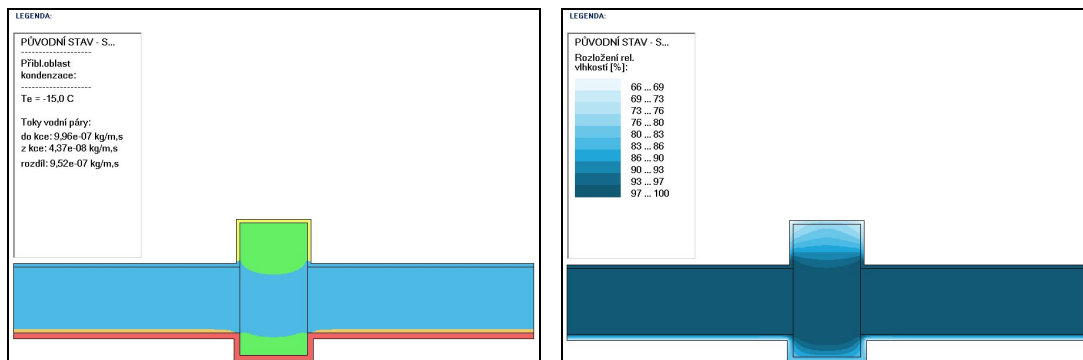
Tab. 1 Okrajové podmínky

Návrhová venkovní teplota θ_{ac} [°C]	- 15
Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} [°C]	+ 21
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu ϕ_e [%]	84
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu ϕ_i [%]	55
Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} [m ² K/W]	0,13
Dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} [m ² K/W]	0,25
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} [m ² K/W]	0,04
Dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} [m ² K/W]	0,04

Na obrázku 4 a 6 (v levé části) modrá izoterma reprezentuje kritickou vnitřní povrchovou teplotu, kdy v bezprostředním okolí vnitřního povrchu konstrukce je dosaženo kritické 80 % relativní vlhkosti vzduchu, což je kritérium, kdy vzniká riziko růstu plísní. Červená izoterma vykresluje dosažení teploty rosného bodu v konstrukci, kde je relativní vlhkost u povrchu 100 %. Při poklesu pod tuto hodnotu dochází ke kondenzaci.



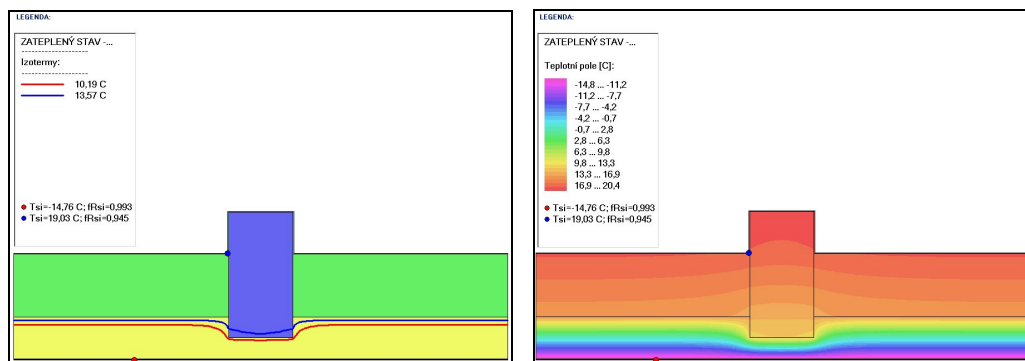
Obr. 4: Izotermy a teplotní pole (nezateplený detail)



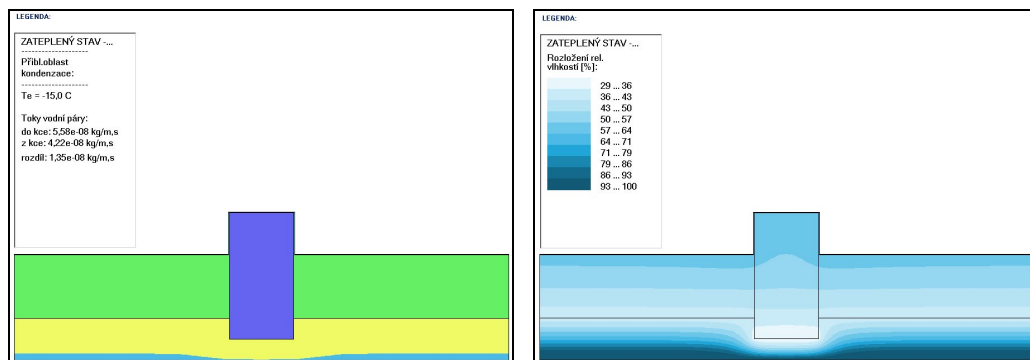
Obr. 5: Oblast kondenzace vlhkosti a rozložení relativní vlhkosti v konstrukci (nezateplený detail)

Z předchozího obrázku (obr. 4) je zřejmé, že struskopemzobetonový panel nedosahuje z hlediska tepelné techniky požadovaných parametrů, což se projevuje nižšími teplotami při vnitřním povrchu panelu. Markantní rozdíl demonstrují modelace polí teplot na obrázku 4 a 6 (v pravé části).

Na dalším obrázku, který se týká původního konstrukčního řešení (Obr. 5 – levá část), je patrná rozsáhlá kondenzační oblast v obou konstrukcích. Podle vlhkostní bilance v konstrukci struskopemzobetonový parapetní panel a sloup dosahuje závažné negativní bilance zkondenzované a odpařené vodní páry z konstrukce.



Obr. 6: Izotermy a teplotní pole (zateplený detail)



Obr. 7: Oblast kondenzace vlhkosti a rozložení relativní vlhkosti v konstrukci (zateplený detail)

Zlepšení navržených a provedených úprav lze vidět při porovnání velikosti a místa kondenzace v konstrukci podle obrázku 5 a 7. V původním provedení docházelo i k povrchové

kondenzaci na vnitřním povrchu obvodové konstrukce, zatímco v upraveném stavu ke kondenzaci dochází jen při venkovním povrchu kontaktního zateplovacího systému. V důsledku posunu kondenzační oblasti do tepelného izolantu fasády došlo ke zvýšení životnosti nosné konstrukce a tím i celého objektu.

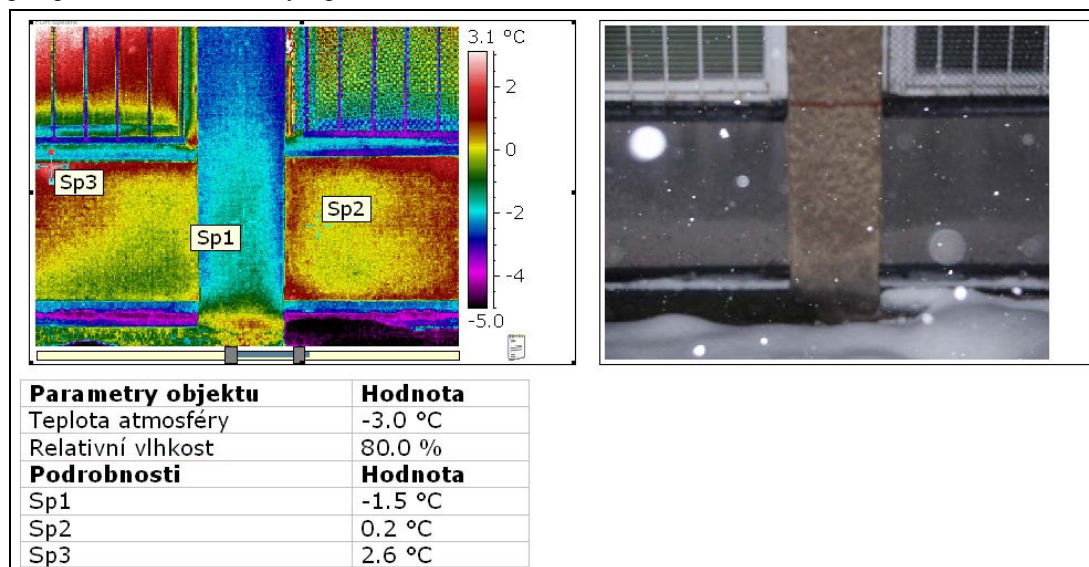
4 VYHODNOCENÍ TERMOGRAFICKÉHO MĚŘENÍ

Termografie je měřicí technika, která zobrazuje dopadající nebo vyzařované infračervené záření povrchu v paletě barevných odstínů, z nichž každý znamená určitý teplotní rozsah. Skutečnost, že záření přímo závisí na povrchové teplotě objektu, umožňuje kameře tuto teplotu vypočítat a zobrazit. Termografické měření nezjišťuje přímo teploty povrchů, ale jen množství záření z nich. Chybně nastavená emisivita povrchů konstrukcí může značně ovlivnit vzhled termogramu, což může způsobit nesprávnou interpretaci naměřených hodnot. Na výsledek může mít vliv i silný a nepravidelný vítr způsobující těžko definovatelné ochlazování jednotlivých povrchů konstrukcí.

Měření před celkovou rekonstrukcí bylo provedeno termografickým systémem ThermoCAM-B4 18. 2. 2009 v 17 hodin. Obloha byla zatažená. Venkovní teplota dosáhla $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkost venkovního vzduchu byla naměřena 80 %. Teplota vnitřního vzduchu v měřené místnosti byla $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$ s relativní vlhkostí 35 %.

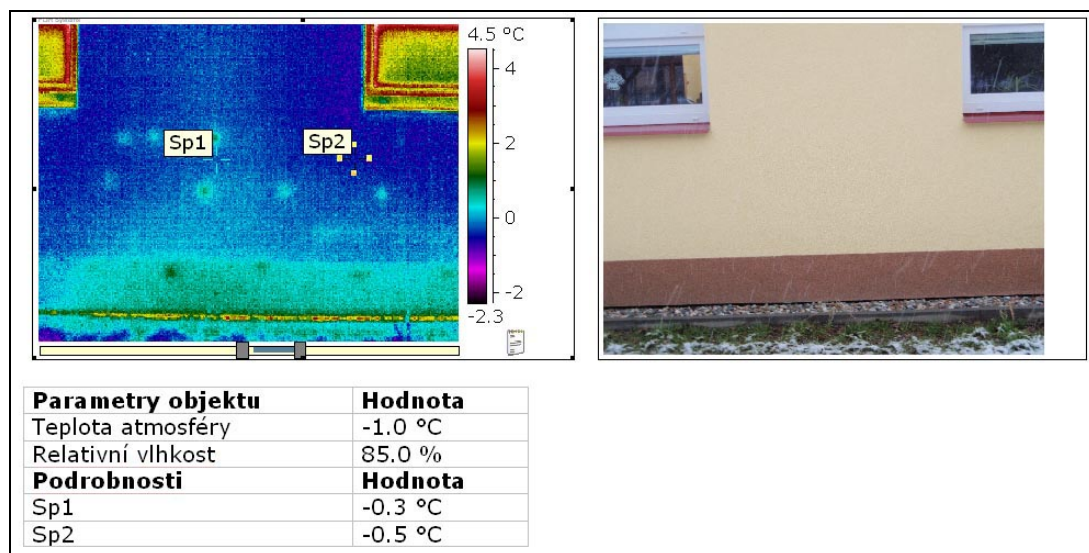
Druhé termografické měření bylo provedeno po celkové realizaci stavebních úprav dne 10. 1. 2011 v 10 hodin. Obloha byla zatažená. Venkovní teplota dosáhla $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkost venkovního vzduchu byla naměřena 85 %. Teplota vnitřního vzduchu v měřené místnosti byla $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$ s relativní vlhkostí 45%.

Na obrázku 8 lze pozorovat povrchové teploty nezatepleného obvodového pláště ze struskopemzobetonu ze strany exteriéru. V bodech Sp2 a Sp3 je naměřena vyšší teplota na parapetním panelu z SPB60 než na nosném sloupu z SPB135 (bod Sp1). Toto je zapříčiněno větší tloušťkou sloupu, tím jeho větším tepelným odporem, ale také ústředním vytápěním za parapetním panelem. V bodě Sp3 je výrazně zvýšený tepelný tok pod venkovním oplechováním parapetu a tím i větší úniky tepla.



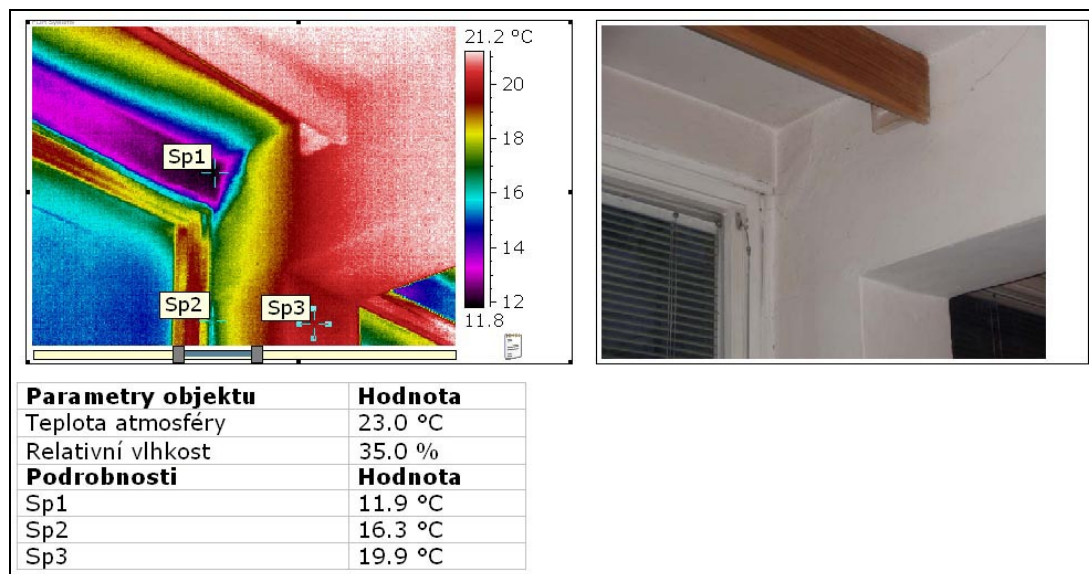
Obr. 8: Termovizní snímek nezatepleného detailu (exteriér)

Stejný měřený detail, ale po kontaktním zateplení, je na obrázku 9. Povrchová teplota zatepleného obvodového pláště z expandovaného polystyrénu je téměř totožná jako v místě sloupu (Sp1), tak v místě parapetu (Sp2).

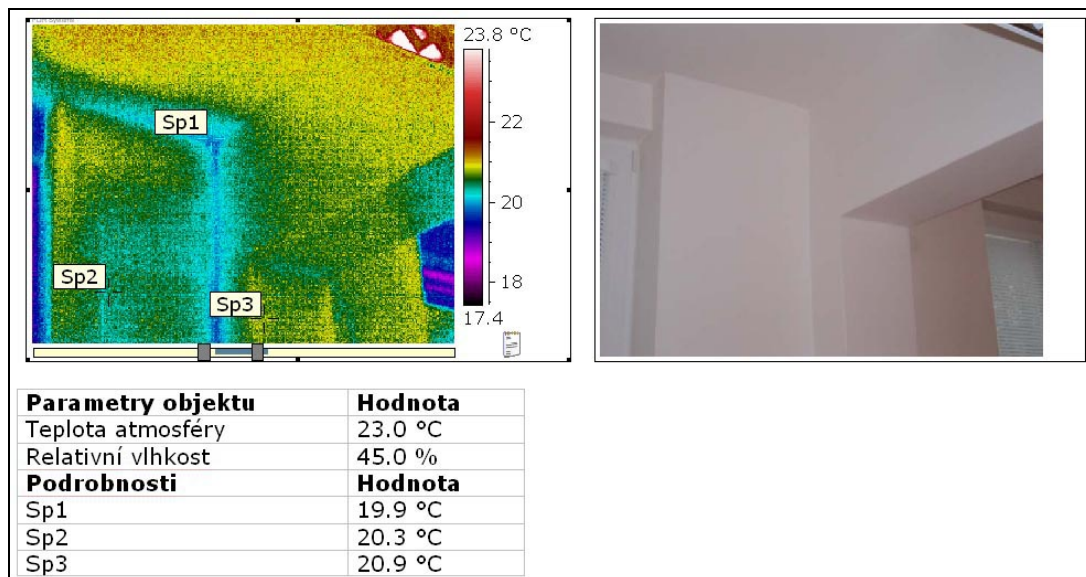


Obr. 9: Termovizní snímek zatepleného detailu (exteriér)

Na následujících obrázcích lze pozorovat rozdíl povrchových teplot ze strany interiéru v koutě u stropní konstrukce před zateplením (obr. 10) a po zateplení (obr. 11). Nad oknem v bodě Sp1 na obrázku 10 jsou patrné výrazně nižší povrchové teploty, což mohlo mít za následek povrchovou kondenzaci vodní páry v daném místě a napadení vnitřního povrchu konstrukce plísní. Ovšem z důvodů přirozené infiltrace vzduchu přes původní netěsná dřevěná zdvojená okna tento problém nenastal. Po provedení vyzdívky a dalších konstrukčních úprav (obr. 11) je patrné výrazné zlepšení zkoumaného detailu.

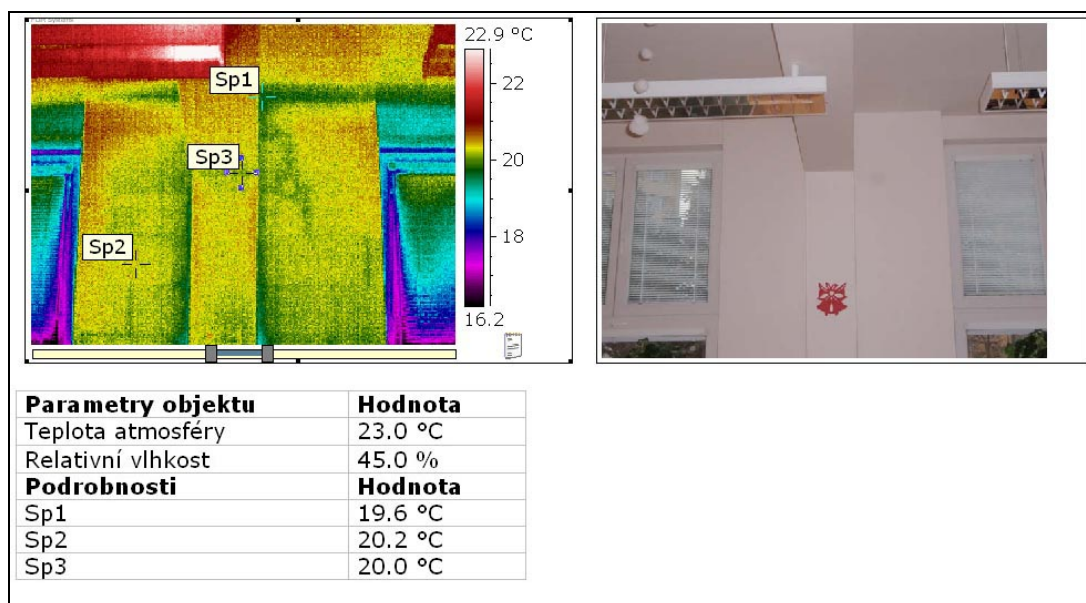


Obr. 10: Termovizní snímek nezatepleného detailu (interiér)

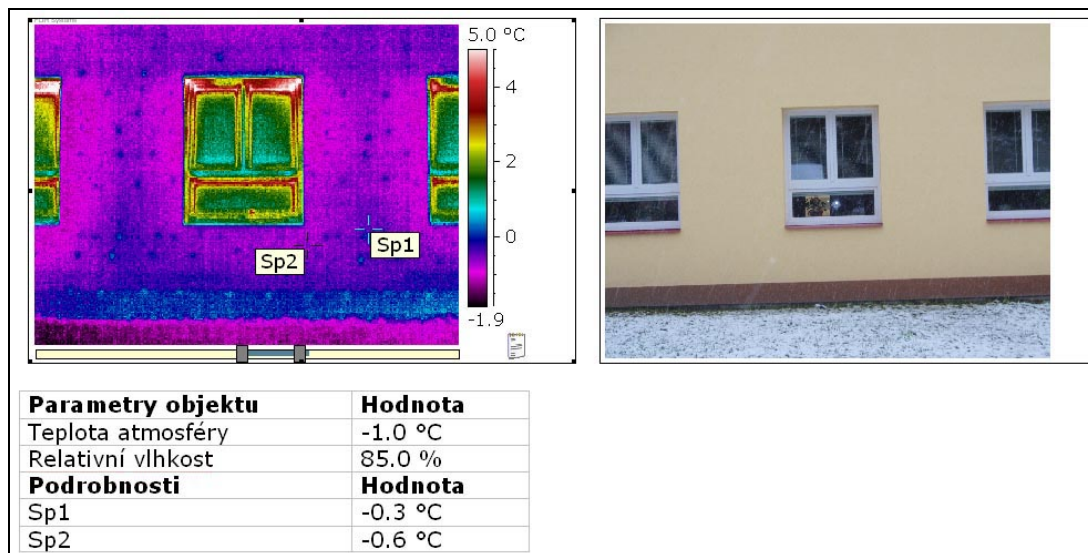


Obr.11: Termovizní snímek zatepleného detailu (interiér)

Na obrázcích 12 a 13 lze pozorovat dopad konstrukčních úprav obvodové konstrukce ze strany interiéru (obr. 12) a ze strany exteriéru (obr. 13). Naměřené povrchové teploty jsou v obou následujících termogramech téměř homogenní.



Obr. 12: Termovizní snímek zateplené fasády ze strany interiéru



Obr. 13: Termovizní snímek zateplené fasády ze strany exteriéru

5 ZÁVĚR

Modelování tepelných polí v konstrukcích je při využití výpočetní techniky přesnější a rychlejší. Nicméně i v těchto programech se můžeme pouze teoreticky přiblížit skutečné konstrukci. Je to dáno jednak geometrií, která nikdy neodpovídá úplně skutečnosti, dále fyzikálními vlastnostmi konstrukce, které se v průběhu času mění. Proto jsou výstupem výsledky idealizovaného modelu, který se blíží posuzované konstrukci. Pro prozkoumání skutečnosti je lepší výsledky z výpočetního softwaru doplnit o nedestruktivní měření termovizní kamerou, která nám může pomoci lépe nahlédnout do konstrukce z tepelně technického hlediska a odhalit slabá místa.

Modelace v programu Area 2009 i měření termovizní kamerou prokázaly významné zlepšení tepelně technických vlastností obvodové stěny se sloupem. Dle modelací je patrné zlepšení v interiéru, kdy výše popsané zateplení zlepšilo vlhkostní podmínky jak v konstrukci, tak i na jejím vnitřním povrchu.

LITERATURA

- [1] ČSN 73 0540-1 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie. Praha: ČNI, 2005.
- [2] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Praha: ČNI, 2002.
- [3] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky. Praha: ČNI, 2007.
- [4] ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Navrhované hodnoty veličin. Praha: ČNI, 2005.
- [5] ČSN 73 0540-4 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody. Praha: ČNI, 2005.

Oponentní posudek vypracoval:

Ing. Marek Tabašek, Ph.D. Energetický auditor Ostrava.

Doc. Ing. Ladislav Štěpánek, CSc. FAST VUT v Brně.